

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 8-
106613

[Title of the Invention] PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING
THIN-FILM MAGNETIC HEAD

[Abstract]

[Purpose] The purpose of the present invention is to provide a thin-film magnetic head having high reliability and high yield in the process of forming a pole film for a perpendicular thin-film magnetic head in which miniaturization and weight reduction of the head are achieved and the head element height can be minimized.

[Construction] The above object is achieved as follows: forming a pole of a perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head on a very thin insulating layer formed over a core and an embedding insulating layer and then coupling the pole with the core through a through-hole formed on the core, or forming a pole film on the very thin insulating layer formed over the core and the embedding insulating layer.

[Claims]

[Claim 1] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head comprising a laminate formed by depositing a conductive coil placed in an insulating layer, a magnetic core, and a pole magnetic film on a magnetic substrate in that order, the magnetic core being magnetically coupled with the magnetic substrate at a core connection part, wherein the pole magnetic film is formed over the magnetic core and a non-magnetic insulating layer on the non-magnetic insulating layer including the magnetic core, and is magnetically coupled with the magnetic core through the non-magnetic insulating layer on the magnetic core or through a through-hole formed in the magnetic core.

[Claim 2] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head comprising a laminate formed by depositing a conductive coil placed in an insulating layer and a magnetic core on a magnetic substrate in that order, the magnetic core being magnetically coupled with the magnetic substrate at a core connection part, a pole magnetic film being formed on a sectional surface of the magnetic substrate which is substantially perpendicular to the magnetic core, and the pole magnetic film being formed over a non-magnetic insulating layer in which the magnetic substrate and a magnetic film for coupling are embedded, wherein it is formed over the magnetic core for coupling and non-magnetic

insulating layer on the non-magnetic insulating layer in which the magnetic core is embedded, and is magnetically coupled with the magnetic core through the non-magnetic insulating layer on the magnetic core or through a through-hole formed in the magnetic core.

[Claim 3] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head comprising a coil/magnetic core structure formed by depositing a conductive coil placed in an insulating layer and a magnetic core on a magnetic substrate or on a magnetic film on a substrate in that order, and a pole made of a thin-film, the pole being separately formed by depositing and patterning a pole magnetic film on a smooth surface below which the magnetic film is placed on a recess provided on the non-magnetic insulating layer and being bonded to the coil/magnetic core structure, wherein the pole magnetic film is formed over the magnetic film embedded in the non-magnetic insulating layer and a magnetic layer on the non-magnetic insulating layer in which the magnetic film is embedded, and has a pole tip at a through-hole in the non-magnetic insulating layer.

[Claim 4] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head comprising a coil/magnetic core structure formed by depositing a conductive coil placed in an insulating layer and a magnetic core on a magnetic substrate or on a magnetic film on a substrate in that order and a

pole made of a thin-film, the pole being separately formed by depositing and patterning a pole magnetic film on a smooth surface below which the non-magnetic insulating layer is placed on a recess provided on the magnetic film and being bonded to the coil/magnetic core structure, wherein the pole magnetic film is formed over a non-magnetic insulating film embedded in the magnetic substrate and the non-magnetic insulating layer on the magnetic substrate in which the non-magnetic insulating film is embedded, and is magnetically coupled with the magnetic substrate through the non-magnetic insulating layer or through a through-hole formed in the magnetic substrate.

[Claim 5] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head according to Claim 1, 2, or 4, wherein the through-hole formed at the non-magnetic insulating layer on the magnetic core forming the pole or formed at the non-magnetic insulating layer on the magnetic substrate has a taper angle of 30 degrees or less.

[Claim 6] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head according to Claim 1, 2, 4, or 5, wherein the non-magnetic insulating layer on the magnetic core forming the pole has a thickness of 1 μm or less.

[Claim 7] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head according to Claim 3, wherein the through-hole formed at the through-hole formed in the magnetic layer,

which is formed on the non-magnetic insulating substrate and which forms the pole, has a taper angle of 30 degrees or less.

[Claim 8] A perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head according to Claim 3 or 7, wherein the magnetic layer formed on the non-magnetic insulating layer and forming a pole has a thickness of 1 μm or less.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to a thin-film magnetic head for high-density magnetic recording and playback.

[0002]

[Description of the Related Art] Hitherto, although in-plane magnetization has been used in magnetic recording, perpendicular magnetic recording in which magnetization is perpendicular to a recording medium is rapidly advancing while high-density recording has recently been developed.

[0003] A perpendicular magnetic head is reported in various references, for example, THE JOURNAL OF THE INSTITUTE OF TELEVISION ENGINEERS OF JAPAN, Vol.39, No.4 (1985). For the purpose of forming a main magnetic pole, a method is proposed in which a main magnetic pole chip sandwiching a high magnetic permeability film is bonded to a ferrite tip. A structure having the main magnetic pole and an auxiliary

magnetic pole placed on both sides of a medium and a main magnetic pole-energizing method in which access from only main magnetic pole is capable are known. Although a structure having an auxiliary magnetic pole placed behind the medium is suitable for perpendicular magnetic recording and playback, the structure is sensitive to external noise and has a problem of a complicated structure. In light of the above, the main magnetic pole-energizing method has been actively studied.

[0004] On the other hand, as shown in FIG. 24, a perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head which can be miniaturized and reduced in weight has a layered structure formed by depositing a conductive layer 5 which is surrounded by an insulating layer 4 and forms a coil layer, a magnetic core 7, and a main magnetic pole magnetic layer 11 in that order, and such a structure is disclosed in the Journal of the Japan Society of Mechanical Engineers (No.930-45). As shown in FIG. 25, a thin-film magnetic head having a structure formed by depositing the magnetic core 7 at the center of the winding of the conductive coil 5 and depositing the main magnetic pole magnetic layer 11 on a surface substantially perpendicular to the magnetic core is proposed, and such a structure is disclosed in the Journal of Magnetism of Japan, Vol.15, Supplement, No.S2 (1991). Double-sided structure of FIG.

25 has a lower head element height compared with planar structure of FIG. 24.

[0005]

[Problems to be Solved by the Invention] The thin-film magnetic head has excellent miniaturization and weight-reduction properties, and the above double-sided structure consisting of the magnetic core and the main magnetic pole has an excellent head-element height, which may be decreased. In the pole forming process, when the arrangement of the pole and the core is as shown in FIG. 26, it is possible to form the pole film on a smooth surface; however, there is a problem in that the pole film is damaged during patterning of the upper core. In the structure shown in FIG. 27, the pole film is formed on the step in the core; hence, the thickness and the quality of the film are not reliable. In the structure shown in FIG. 28, although the distance between the main magnetic pole and the auxiliary magnetic pole is large, the film is not formed on the step in the core and the pole is not damaged by etching the core, a minute step is formed at the boundary between the core and an insulating layer due to the quality of the insulating layer between the patterned core and an embedding insulating layer, due to uneven abrasion of the core and the insulator during smoothing, and due to differences in the etching rate. On the other hand, since the pole film formed on the upper

layer has a very small thickness ($\sim 0.3 \mu\text{m}$), there is a problem in that the pole becomes damaged, then reducing yield and the reliability.

[0006] Accordingly, the object of the present invention is to provide a thin-film magnetic head having high reliability and high yield in the process of forming a pole film for a perpendicular thin-film magnetic head in which miniaturization and weight reduction of the head are achieved and the head element height can be minimized.

[0007]

[Means for Solving the Problems] The above object is achieved as follows: forming a pole of a perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head on a very thin insulating layer formed over a core and an embedding insulating layer and then coupling the pole with the core through a through-hole formed on the core, or forming a pole film on the very thin insulating layer formed over the core and the embedding insulating layer.

[0008]

[Operation] A pole film of the perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head is formed on the very thin insulating layer formed over the core and the embedding insulating layer and is then coupled with the core through the through-hole formed in the core, or the pole film is formed on the very thin insulating layer formed over the

core and the embedding insulating layer; hence, an upper insulating or magnetic layer covers the poor film quality of the insulating layer located at the boundary between the core and an insulator, uneven abrasion of the core and the insulator during smoothing, and a step at the boundary between the core and the insulating layer, so that a pole magnetic film is formed on a smooth surface and thus a perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head having high reliability and high yield is provided.

[0009]

[Embodiments] A first embodiment of the present invention will be described below with reference to the accompanying drawings.

[0010] FIG. 1 is a plan view showing an example of the thin-film magnetic head of the present invention, FIG. 2 is a sectional view taken along the line A-A' of FIG. 1, wherein reference numeral 1 denotes a magnetic substrate, reference numeral 2 denotes a non-magnetic insulating substrate, reference numeral 4 denotes a signal coil insulating layer, reference numeral 5 denotes a signal coil, reference numeral 7 denotes a magnetic core, reference numeral 11 denotes a main magnetic pole, reference numeral 8 denotes a protective layer, and reference numeral 13 denotes an auxiliary magnetic pole.

[0011] In this embodiment, the magnetic substrate 1 is

composed of Mn-Zn ferrite. The magnetic core is formed by sputtering a Co-Ta-Zr amorphous alloy. The signal coil is formed by vapor deposition of Cu, using a Cr junction layer. The protective layer is formed by sputtering or vapor deposition of forsterite.

[0012] The production process of the thin-film magnetic head of the present invention will be described below with reference to FIGS. 3 to 8.

[0013] Referring to FIG. 3, the non-magnetic insulating layer is formed by sputtering SiO_2 or Al_2O_3 onto the magnetic substrate 1, a coil conductor 5 composed of Cr/Cu/Cr (Cr; the junction layer) is formed through a coil insulating layer, and then a core connection through-hole 6 is formed.

[0014] Referring to FIG. 4, the Co-Ta-Zr amorphous alloy is deposited by sputtering, and then the deposition is patterned to form the magnetic core 7.

[0015] Referring to FIG. 5, a non-magnetic insulator such as forsterite is deposited by sputtering.

[0016] Referring to FIG. 6, the deposited non-magnetic insulator is planarized by planarization lapping by mechanical polishing, or by etch back by ion etching so as to leave the non-magnetic insulator on the core.

[0017] Referring to FIG. 7, the very thin non-magnetic insulator which is located on the core is removed.

[0018] If an angle θ between the non-magnetic insulating

layer and the magnetic core is obtuse in the process, the efficiency is improved.

[0019] Referring to FIG. 8, a magnetic film for a pole is formed by sputtering, and then the pole is formed by patterning.

[0020] After SB cutting, forming a chip, and assembling, the head is completed.

[0021] According to the structure and the production process described above, the pole of the perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head is formed over the core and the thin insulating layer, which is formed on the other embedding insulating layer, and the pole is in contact with the core at a through-hole formed on the core; hence, a magnetic film for the pole is formed without being affected by the film quality of the insulating layer of the boundary between the core and the insulator, by uneven abrasion of the core and the insulator during smoothing, nor by a step between the core and the insulating layer caused by a difference in etching rate; and the perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head having high reliability and a high yield is provided.

[0022] Although the magnetic core and the pole are layered substantially in parallel to the magnetic substrate in the description of this embodiment, as shown in FIG. 9 the magnetic core and the pole may be layered substantially

perpendicular to the magnetic substrate to achieve the same result. Furthermore, a magnetic substrate of Mn-Zn ferrite described in this embodiment, however, a magnetic layer may be formed on a substrate to achieve the same result. When the magnetic substrate is composed of Ni-Zn ferrite, forming an insulating layer between the substrate and the coil is not necessary; hence, simplification of the production process is achieved.

[0023] FIG. 10 is a plan view showing a thin-film magnetic head of the second embodiment of the present invention, FIG. 11 is a sectional view taken along the line B-B' of FIG. 10, and FIG. 12 is an enlarged view showing the pole of FIG. 11, wherein reference numeral 1 denotes a magnetic substrate, reference numeral 2 denotes a non-magnetic insulating substrate, reference numeral 4 denotes a signal coil insulating layer, reference numeral 5 denotes a signal coil, reference numeral 7 denotes a magnetic core, reference numeral 11 denotes a main magnetic pole, reference numeral 8 denotes a protective layer, and reference numeral 13 denotes an auxiliary magnetic pole.

[0024] In this embodiment, the magnetic substrate 1 is composed of Mn-Zn ferrite. The magnetic core is formed by sputtering a Co-Ta-Zr amorphous alloy. The signal coil is formed by vapor deposition of Cu, using a Cr junction layer. The protective layer is formed by sputtering or vapor

deposition of forsterite.

[0025] The production process of the thin-film magnetic head of the present invention will now be described with reference to FIGS. 13 to 21.

[0026] Referring to FIG. 13, the non-magnetic insulating layer is formed by sputtering SiO_2 or Al_2O_3 onto the magnetic substrate 1, a coil conductor 5 composed of Cr/Cu/Cr (Cr; the junction layer) is formed through a coil insulating layer, and then a core connection through-hole 6 is formed.

[0027] Referring to FIG. 14, the Co-Ta-Zr amorphous alloy is deposited by sputtering to embed the core connection through-hole 6 in a magnetic film, the deposition is chemically polished, and then a pole connection and the auxiliary magnetic pole 13 are formed by etch back by ion etching.

[0028] Referring to FIG. 15, a recess for embedding the core is formed on the non-magnetic insulating substrate 2 with a dicer or by ion etching, and then the Co-Ta-Zr amorphous alloy is deposited by sputtering.

[0029] Referring to FIG. 16, the deposited alloy is planarized by mechanical polishing or by etch back by ion etching so as to leave the very thin magnetic film on the non-magnetic substrate.

[0030] Referring to FIG. 17, the magnetic film on the non-magnetic substrate is removed.

[0031] If an angle θ between the non-magnetic insulating substrate and the above magnetic film is obtuse in this process, the efficiency is improved.

[0032] Referring to FIG. 18, a magnetic film for a pole is formed by sputtering, and then the pole 11 is formed by patterning.

[0033] Referring to FIG. 19, elements formed on the magnetic substrate are cut in a SB state.

[0034] Referring to FIG. 20, the SB cutting of the pole formed on the magnetic substrate is performed, and then a pole bonding part is planarized by lapping or the like.

[0035] Referring to FIG. 21, the element on the magnetic substrate and the pole on the non-magnetic insulating substrate, which are in the SB state, are bonded so as to be magnetically coupled and to cooperate with each other.

After Gd controlling, the magnetic substrate is thinned to an optimum device height by lapping, and the non-magnetic substrate is thinned by lapping. After forming a chip and assembling, the head is completed.

[0036] According to the structure and the production process described above, the pole of the perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head is formed over the non-magnetic substrate and the very thin magnetic film formed on the embedding core, and the tip of the pole is formed at the through-hole formed on the non-magnetic

substrate; hence, a magnetic film for the pole is formed without being affected by the film quality of the magnetic film of the boundary between the core and the non-magnetic insulating substrate, by uneven abrasion of the core and the non-magnetic insulating substrate during smoothing, and by a step between the core and the insulating layer caused by a difference in etching rate, and the perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head having high reliability and a high yield is provided.

[0037] Although the pole is perpendicularly formed in the center of the winding coil in the above description of the embodiment, as shown in FIG. 22 the pole film formed on the non-magnetic insulating substrate may be bonded to the cross section of the magnetic substrate functioning as the magnetic core to achieve the same improvement. Furthermore, the magnetic substrate is composed of Mn-Zn ferrite in the above description of the embodiment; however, a magnetic film may be formed on the substrate to achieve the same improvement. When the magnetic substrate is composed of Ni-Zn ferrite, forming an insulating layer between the substrate and the coil is not necessary; hence, simplification of the production process is achieved. Although the main magnetic path is the magnetic substrate in the descriptions of the first embodiment and the second embodiment, the magnetic core functioning as the main

magnetic path may be the magnetic film, or the main magnetic path may be a magnetic layer extending through the winding coil to achieve the same improvement. Further, the magnetic layer is embedded in the non-magnetic substrate for depositing a magnetic film for the pole in the descriptions of the present invention; however, as shown in FIG. 23, the magnetic film for the pole may be formed by embedding a non-magnetic film in the magnetic substrate to achieve the same improvement. Embedding the non-magnetic film in the magnetic substrate reduces leakage of magnetic flux at the coil and a perpendicular magnetic head having a higher efficiency is provided.

[0038]

[Advantages] As described above, according to the present invention, a pole film of the perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head is formed on the very thin insulating layer formed over the core and the embedding insulating layer and is then coupled with the core through the through-hole formed in the core, or the pole film is formed on the very thin insulating layer formed over the core and the embedding insulating layer; hence, an upper insulating or magnetic layer covers the poor film quality of the insulating layer located at the boundary between the core and a insulator, uneven abrasion of the core and the insulator at smoothing mode, and a step at the boundary

between the core and the insulating layer, so that a pole magnetic film is formed on a smooth surface and thus a perpendicular magnetic recording thin-film magnetic head having high reliability and high yield is provided.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1]

FIG. 1 is an example of a thin-film magnetic head according to the present invention.

[FIG. 2]

FIG. 2 is a sectional view taken along the line A-A' of FIG. 1.

[FIG. 3]

FIG. 3 is a view showing a production process of an example of a thin-film magnetic head according to the present invention.

[FIG. 4]

FIG. 4 is a view showing the same production process.

[FIG. 5]

FIG. 5 is a view showing the same production process.

[FIG. 6]

FIG. 6 is a view showing the same production process.

[FIG. 7]

FIG. 7 is a view showing the same production process.

[FIG. 8]

FIG. 8 is a view showing the same production process.

[Fig. 9]

FIG. 9 is a sectional view showing another example according to the present invention.

[FIG. 10]

FIG. 10 is an example of a thin-film magnetic head according to the second embodiment of the present invention.

[FIG. 11]

FIG. 11 is a sectional view taken along the line B-B' of FIG. 10

[FIG. 12]

FIG. 12 is an enlarged view of the pole of FIG. 11.

[FIG. 13]

FIG. 13 is a view showing a production process of an example of a thin-film magnetic head according to the second embodiment of the present invention.

[FIG. 14]

FIG. 14 is a view showing the same production process.

[FIG. 15]

FIG. 15 is a view showing the same production process.

[FIG. 16]

FIG. 16 is a view showing the same production process.

[FIG. 17]

FIG. 17 is a view showing the same production process.

[FIG. 18]

FIG. 18 is a view showing the same production process.

[FIG. 19]

FIG. 19 is a view showing the same production process.

[FIG. 20]

FIG. 20 is a view showing the same production process.

[FIG. 21]

FIG. 21 is a view showing the same production process.

[FIG. 22]

FIG. 22 is a sectional view showing another example of the present invention.

[FIG. 23]

FIG. 23 is a sectional view showing another example.

[FIG. 24]

FIG. 24 is a view showing a conventional perpendicular recording thin-film magnetic head.

[FIG. 25]

FIG. 25 is a view showing the same recording thin-film magnetic head.

[FIG. 26]

FIG. 26 is a view showing the same recording thin-film magnetic head.

[FIG. 27]

FIG. 27 is a view showing the same recording thin-film magnetic head.

[FIG. 28]

FIG. 28 is a view showing the same recording thin-film

magnetic head.

[Reference Numerals]

- 1: magnetic substrate
- 2: non-magnetic substrate
- 3: insulating layer
- 4: signal coil insulating layer
- 5: signal coil
- 6: core connection part
- 7: magnetic core
- 8: protective film
- 11: main magnetic pole
- 13: auxiliary magnetic pole

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-106613

(43)公開日 平成8年(1996)4月23日

(51)Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/31

識別記号

庁内整理番号

D 8940-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平6-241028

(22)出願日

平成6年(1994)10月5日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 柴山 優子

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所映像メディア研究所内

(72)発明者 小西 捷雄

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所映像メディア研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

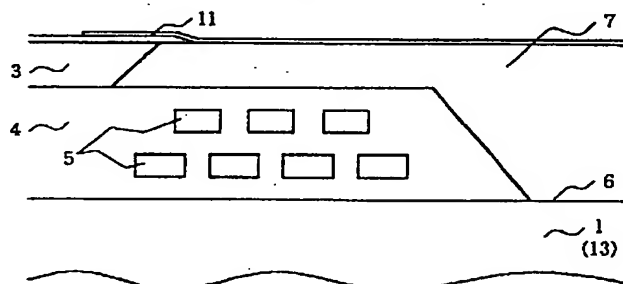
(54)【発明の名称】 垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【目的】本発明の目的は、ヘッドの微小、軽量化、ヘッド素子高さを最小にできる薄膜垂直磁気ヘッドのボール膜形成において、信頼性、歩留の向上を得る薄膜垂直磁気ヘッドを提供することにある。

【構成】上記目的は、垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドのボール部分をコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の絶縁層上に形成し、コア上に形成したスルーホール部分でコアと接続するか、もしくはコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の磁性膜上にボール膜を成膜することにより達成される。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】磁性基板上に絶縁層を介して導体コイル、磁気コア、ボール磁性膜を順次積層してなり、前記磁気コアはコア接続部で磁性基板と磁気的に結合している垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドにおいて、該ボール磁性膜は前記磁気コアと磁気コアを埋め込んでいる非磁性絶縁層上の非磁性絶縁層上に成膜され、磁気コア上で該非磁性絶縁層を介して、あるいは、磁気コア上に形成したスルーホール部分で磁気コアと磁気的に接続していることを特徴とする垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】磁性基板上に絶縁層を介して導体コイル、磁気コアを順次積層してなり、前記磁気コアはコア接続部で磁性基板と磁気的に結合し、ボール磁性膜は磁気コアと略垂直な磁性基板断面に形成され前記ボール磁性膜は前記磁性基板と接続用の磁性膜形成後非磁性絶縁層で埋込平坦化された上に成膜される垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記接続用磁気コアと磁気コアを埋め込んでいる非磁性絶縁層上の非磁性絶縁層上に成膜され、磁気コア上で該非磁性絶縁層を介して、あるいは、磁気コア上に形成したスルーホール部分で磁気コアと磁気的に接続していることを特徴とする垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】磁性基板上もしくは基板上の磁性膜上に絶縁層を介して導体コイル、磁気コアを順次積層してなるコイル/磁気コア構造体および薄膜で形成されたボールとを有する薄膜垂直磁気ヘッドにおいて、前記ボール部は非磁性絶縁基板に設けた溝に磁性膜を埋め込んだ平滑面にボール用磁性層を成膜、パターニングして別個に形成された後、コイル/磁気コア構造体に接着されることにより形成される垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドにおいて、該ボール磁性膜は前記非磁性絶縁基板に埋め込まれた磁性膜と磁性膜を埋め込んでいる非磁性絶縁基板の磁性層上に成膜され、非磁性絶縁基板のスルーホール部分でボール先端部を形成していることを特徴とする垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】磁性基板上もしくは基板上の磁性膜上に絶縁層を介して導体コイル、磁気コアを順次積層してなるコイル/磁気コア構造体および薄膜で形成されたボールとを有する薄膜垂直磁気ヘッドにおいて、前記ボール部は磁性基板に設けた溝に非磁性絶縁膜を埋め込んだ平滑面にボール用磁性層を成膜、パターニングして別個に形成された後、コイル/磁気コア構造体に接着されることにより形成される垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドにおいて、該ボール磁性膜は前記磁性基板に埋め込まれた非磁性絶縁膜と非磁性絶縁膜を埋め込んでいる磁性基板の非磁性絶縁層上に成膜され、磁性基板上で該非磁性絶縁層を介して、あるいは、磁性基板上に形成したスルーホール部分で磁性基板と磁気的に接続していることを特徴とする垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】ボールを形成する磁気コア上の非磁性絶縁

層に形成するスルーホールもしくは磁性基板上の非磁性絶縁層に形成するスルーホールのテーパ角が 30° 以下あることを特徴とする請求項 1, 2 又は 4 記載の垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】ボールを形成する磁気コア上の非磁性絶縁層の膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1, 2, 4 又は 5 記載の垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】ボールを形成する非磁性絶縁基板の磁性層に形成するスルーホールに形成するスルーホールのテーパ角が 30° 以下あることを特徴とする請求項 3 記載の垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】ボールを形成する非磁性絶縁基板の磁性層の膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 3 又は 7 記載の垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高密度磁気記録再生用の薄膜磁気ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気記録の分野においては、面内方向磁化が用いられてきたが、近年の高密度化を進める中で、媒体面に対し垂直方向に磁化する垂直磁気記録技術が急速に進展している。

【0003】垂直磁気ヘッドとしては、TV 学会誌 Vo. 1.39, No. 4 (1985) に示されている様に種々報告されており、また、主磁極の形成方法として、フェライトの先端に高透磁率膜を挟んだ主磁極のチップを接着する方法が提案されている。方式として、媒体両側に主磁極と補助磁極を配置する方式と主磁極側からだけでアクセスできる主磁極励磁型がある。媒体裏面に補助磁極を配置する方式は垂直磁化に記録再生に適した構造ではあるが、外部ノイズに弱く、またシステム構成が複雑になる等の問題を有しており、これらの点から主磁極励磁型に関する研究が活発である。

【0004】一方、ヘッドの微小、軽量化が図れる垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドは、例えば、日本機電学会 (NO. 930-45) に示されているように図 24 に示す様な、磁性基板 1 の上に絶縁層 4 を上下に挟んでコイル層を形成する導体層 5、さらに磁気コア 7、主磁極磁性層 11 を順次積層した構造をしている。これに対し Journal of Magnetics of Japan Vol. 15 Supplemeent, No. S2 (1991)

に示されているように図 25 に示すような導体コイル 5 の巻線の中心部に磁気コア 7 及び磁気コアと略垂直な面に主磁極磁性層 11 を成膜、形成する構造の薄膜磁気ヘッドが提案されている。図 25 に示すような 2 面構造をとると、図 24 の平面構造の場合に比べて、ヘッド素子の高さを小さくすることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】薄膜磁気ヘッドは、ヘ

ッドの微小、軽量化が図れ、また上記磁気コア／主磁極の2面構造は、ヘッド素子高さを小さくできる点等で優位である。しかしながら、ボール形成プロセスにおいて、ボールとコアの関係が図26の様な場合、平滑面上にボール膜を成膜することは可能であるが、上部コアパターンニング時に、ボール膜が損傷を受けるという問題があった。また、図27の様な場合コアの段差上にボール膜を成膜するため、段差部での膜厚、膜質の信頼性に問題があった。さらに、図28に示す様な構造をとると、主磁極と補助磁極の間隔が大きくとれ、コアの段差上への成膜も無く、コアのエッチングによるボールパターンの損傷等も無いが、コアパターンと埋込絶縁層の境界部分の絶縁層の膜質および平滑化時のコア材と絶縁材の偏摩耗、エッチングレイトの差等によりコア／絶縁層境界部に微小ながら段差を生じる。一方、上層に成膜するボール膜は、その膜厚が非常に薄い(〜0.3μm)ために微小な段差にも影響されてしまい、ボールの損傷を招き、歩留まり、信頼性に問題があった。

【0006】本発明の目的は、ヘッドの微小、軽量化、ヘッド素子高さを最小にできる薄膜垂直磁気ヘッドのボール膜形成において、信頼性、歩留の向上を得る薄膜垂直磁気ヘッドを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドのボール部分をコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の絶縁層上に形成し、コア上に形成したスルーホール部分でコアと接続するか、もしくはコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の磁性膜上にボール膜を成膜することにより達成される。

【0008】

【作用】薄膜垂直磁気ヘッドのボール膜をコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の絶縁層上に形成し、コア上に形成したスルーホール部分でコアと接続するか、もしくはコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の磁性膜上にボール膜を成膜することにより、コア／絶縁材境界の絶縁層の膜質および平滑化時のコア材と絶縁材の偏摩耗、エッチングレイトの差等によるコア／絶縁層境界部の段差を上層の絶縁層、もしくは磁性層がカバーするため、良好な平滑面にボール用磁性膜を成膜することができ、信頼性、歩留の高い垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【0009】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例を図面を用いて説明する。

【0010】図1は本発明による薄膜磁気ヘッドの一例を示す平面図、図2は図1のA-A'断面図であって、1は磁性基板、2は非磁性絶縁基板、4は信号コイル絶縁層、5は信号コイル、7は磁気コア、11は主磁極、8は保護膜、13は補助磁極である。

【0011】本実施例では磁性基板1にMn-Znフェ

ライト基板を用いている。磁気コア材にはCo-Ta-Zr系アモルファス合金をスパッタリング等により形成している。信号コイルはCrを接合層としてCuを蒸着等により形成している。保護膜には、フオルステライトをスパッタリングや蒸着等により形成している。

【0012】以下、本発明による薄膜磁気ヘッドの製造工程を図3〜図8にそって説明する。

【0013】(図3)磁性基板1にSiO₂、Al₂O₃等の非磁性絶縁層をスパッタリング等により成膜した後、Cr/Cu/Cr(Cr:接合層)から成るコイル導体5をコイル絶縁層を介して形成した後、コア接続スルーホール6を形成する。

【0014】(図4)Co-Ta-Zr系アモルファス合金をスパッタリング等により成膜、パターンニングして、磁気コア7を形成する。

【0015】(図5)フオルステライト等の非磁性絶縁材をスパッタ等で成膜する。

【0016】(図6)機械的研磨による平坦化ラップやイオンエッチングによるエッチバック等により、コア上に絶縁層が残る様に平坦化する。

【0017】(図7)コア上の微小膜厚の非磁性絶縁層を除去する。

【0018】この時、非磁性絶縁層と磁気コアのなす角θが鈍角となるように形成すると効率の向上を図ることができる。

【0019】(図8)ボール用の磁性膜をスパッタ等により成膜した後、パターンニングによりボールを形成する。

【0020】SBカットして、チップ化、組立て工程等をへて、ヘッドが完成する。

【0021】以上の構造、製法によれば、垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドのボール部分をコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の絶縁層上に形成し、コア上に形成したスルーホール部分でコアと接続するため、コア／絶縁材境界の絶縁層の膜質および平滑化時のコア材と絶縁材の偏摩耗、エッチングレイトの差等によるコア／絶縁層境界部の段差に影響されることなく、ボール用磁性膜を成膜することができ信頼性、歩留の高い垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【0022】本実施例の説明では、磁性基板上に磁気コア、ボールを略平行に積層した場合について説明したが、図9に示すように磁気コアおよびボールを磁性基板に対して略垂直に形成する場合も同様の効果を得ることは言うまでもない。また、本実施例の説明では磁性基板のMn-Znフェライトを用いた場合について説明したが、基板上に磁性膜を形成した場合にも同様の効果を得ることは言うまでもない。また、磁性基板にNi-Znフェライトを用いることで、基板／コイル間の絶縁層形成が不用となり、製造プロセスの短縮を図ることができる。

【0023】図10は本発明による薄膜磁気ヘッドの第2の実施例を示す平面図、図11は図10のB-B'断面図、図12は図11のボール部分の拡大図であって、1は磁性基板、2は非磁性絶縁基板、4は信号コイル絶縁層、5は信号コイル、7は磁気コア、11は主磁極、8は保護膜、13は補助磁極である。

【0024】本実施例では磁性基板1にはMn-Znフェライト基板を用いている。磁気コア材にはCo-Ta-Zr系アモルファス合金をスパッタリング等により形成している。信号コイルはCrを接合層としてCuを蒸着等により形成している。保護膜には、フォスフェイトをスパッタリングや蒸着等により形成している。

【0025】以下、本発明による薄膜磁気ヘッドの製造工程を図13～図21にそって説明する。

【0026】(図13)磁性基板1にSiO₂、Al₂O₃等の非磁性絶縁層をスパッタリング等により成膜した後、Cr/Cu/Cr(Cr:接合層)から成るコイル導体5をコイル絶縁層を介して形成した後、コア接続スルーホール6を形成する。

【0027】(図14)Co-Ta-Zr系アモルファス合金をスパッタリング等により成膜、機械的研磨、イオンエッチングによるエッチバック等によりコア接続スルーホールを磁性膜で埋込、平坦化し、ボール接続部と補助磁極13を形成する。

【0028】(図15)非磁性絶縁基板2にダイサーやイオンエッチング等によりコア埋込用の溝を形成し、Co-Ta-Zr系アモルファス合金をスパッタリング等により成膜する。

【0029】(図16)非磁性基板上に磁性膜が微小膜厚残るように機械的研磨、もしくはイオンエッチングによるエッチバック等により平坦化する。

【0030】(図17)非磁性基板上の磁性膜を除去する。

【0031】この時、非磁性絶縁基板と上層の磁性膜のなす角θが鈍角となるように形成すると効率の向上を図ることができる。

【0032】(図18)主磁極用磁性膜をスパッタリング等により成膜、パターニングしてボール11を形成する。

【0033】(図19)磁性基板上に形成した素子はSB状態にカットする。

【0034】(図20)非磁性基板上に形成したボールはSBカットした後、ボール接着部分をラップ等により平滑化する。

【0035】(図21)SB状態の磁性基板素子と非磁性絶縁基板上のボールを磁気的に結合されかつ連動されるように接着、Gd制御した後、磁性基板を最適素子高さまでラップ等により薄板化、非磁性基板部分をラップ等により薄板化する。チップ化、組立て工程等をへて、ヘッドが完成する。

【0036】以上の構造、製法によれば、垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドのボール部分を非磁性基板および埋込コア上の微小膜厚の磁性層上に形成し、非磁性基板上に形成したスルーホール部分にボール先端部を形成するため、コア/非磁性絶縁基板境界の磁性層の膜質および平滑化時のコア材と非磁性絶縁基板の偏摩耗、エッチングレイトの差等によるコア/絶縁層境界部の段差に影響されることなく、ボール用磁性膜を成膜することができ信頼性、歩留の高い垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【0037】本実施例の説明では、ボールを巻線コイルの中心部に略垂直方向に構成した場合について説明したが、図22に示す様に、磁性基板上に形成した素子の先端部に、非磁性絶縁基板上に形成したボール成膜面と磁気コアとなる磁性基板の断面で接着する場合についても同様の効果が得られることはいうまでもない。また、本実施例の説明では磁性基板のMn-Znフェライトを用いた場合について説明したが、基板上に磁性膜を形成した場合にも同様の効果を得ることはいうまでもない。また、磁性基板にNi-Znフェライトを用いることで、基板/コイル間の絶縁層形成が不用となり、製造プロセスの短縮を図ることができる。また第1、第2の実施例の説明とも、主磁路が磁性基板の場合で説明したが、主磁路となる磁気コアを基板上の磁性層、主磁路がコイル巻線内を貫通する磁性層とした場合も同様の効果を得ることはいうまでもない。さらに本発明ではボール用磁性膜を成膜する非磁性基板に磁性膜を埋め込んだ形で説明したが、図23に示すように磁性基板に非磁性膜を埋め込んでボール用磁性膜を成膜した構造でも同様の効果を得られることはいうまでもない。また、磁性基板に非磁性膜を埋め込む等により、コイル部での磁束漏洩を減ずることができ、さらに高効率の垂直磁気ヘッドを得られることはいうまでもない。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、薄膜垂直磁気ヘッドのボール膜をコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の絶縁層上に形成し、コア上に形成したスルーホール部分でコアと接続するか、もしくはコアおよび埋込絶縁層上に形成された微小膜厚の磁性膜上にボール膜を成膜することにより、コア/絶縁材境界の絶縁層の膜質および平滑化時のコア材と絶縁材の偏摩耗、エッチングレイトの差等によるコア/絶縁層境界部の段差を上層の絶縁層、もしくは磁性層がカバーするため、良好な平滑面にボール用磁性膜を成膜することができ、信頼性、歩留の高い垂直磁気記録型薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による薄膜磁気ヘッドの一例を示す平面図である。

【図2】図1のA-A'断面図である。

【図 3】本発明による薄膜磁気ヘッドの一例を説明する製造工程図である。

【図 4】同じく製造工程図である。

【図 5】同じく製造工程図である。

【図 6】同じく製造工程図である。

【図 7】同じく製造工程図である。

【図 8】同じく製造工程図である。

【図 9】本発明のその他の例を示す断面図である。

【図 10】本発明による薄膜磁気ヘッドの第 2 の実施例を示す平面図である。

【図 11】図 10 の B-B' 断面図である。

【図 12】図 11 のボール部拡大図である。

【図 13】本発明による薄膜磁気ヘッドの第 2 の実施例を説明する製造工程図である。

【図 14】同じく製造工程図である。

【図 15】同じく製造工程図である。

【図 16】同じく製造工程図である。

【図 17】同じく製造工程図である。

【図 18】同じく製造工程図である。

【図 19】同じく製造工程図である。

【図 20】同じく製造工程図である。

【図 21】同じく製造工程図である。

【図 22】本発明のその他の例を示す断面図である。

【図 23】同じくその他の例を示す断面図である。

【図 24】従来の垂直記録型薄膜磁気ヘッドを示す図である。

【図 25】同じく薄膜磁気ヘッドを示す図である。

【図 26】同じく薄膜磁気ヘッドを示す図である。

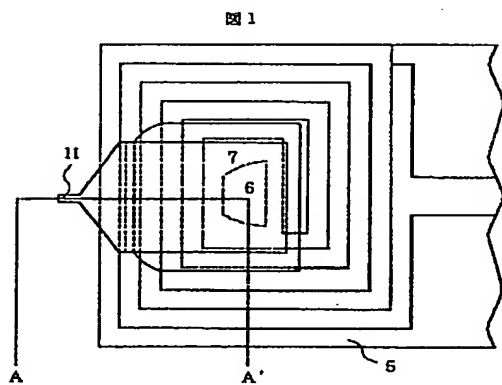
【図 27】同じく薄膜磁気ヘッドを示す図である。

【図 28】同じく薄膜磁気ヘッドを示す図である。

10 【符号の説明】

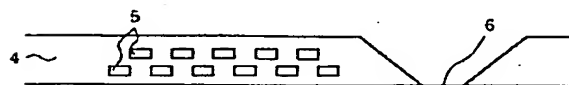
- 1…磁性基板、
- 2…非磁性基板、
- 3…絶縁層、
- 4…信号コイル絶縁層、
- 5…信号コイル、
- 6…コア接続部、
- 7…磁気コア、
- 8…保護膜、
- 11…主磁極、
- 20 13…補助磁極。

【図 1】



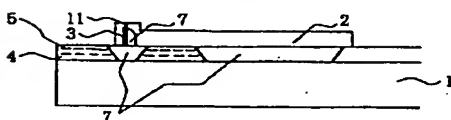
【図 3】

図 3



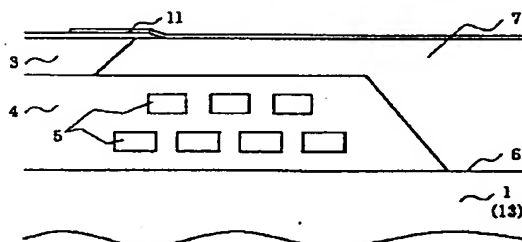
【図 11】

図 11



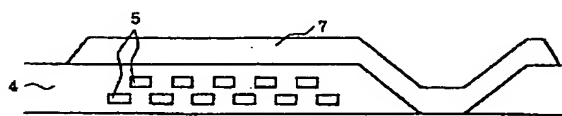
【図 2】

図 2



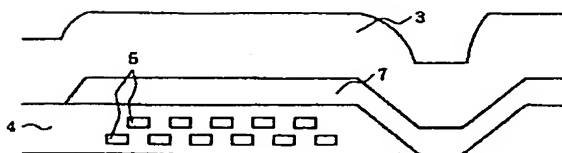
【図 4】

図 4



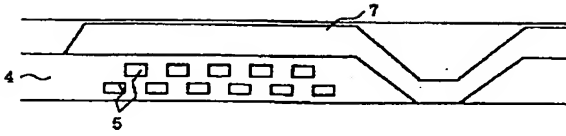
【図 5】

図 5



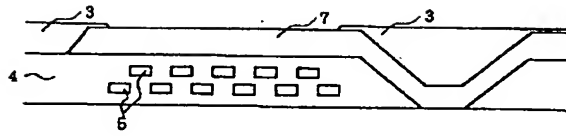
【図 6】

図 6



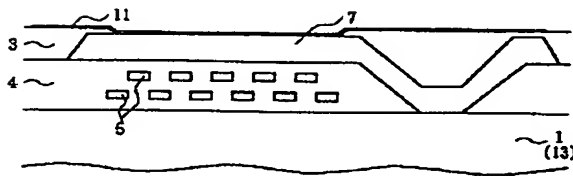
【図 7】

図 7



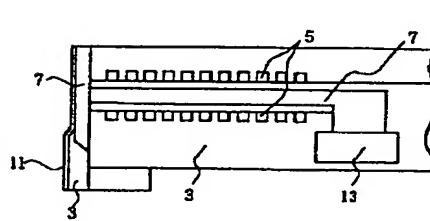
【図 8】

図 8



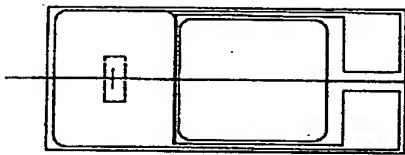
【図 9】

図 9



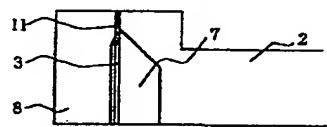
【図 10】

図 10



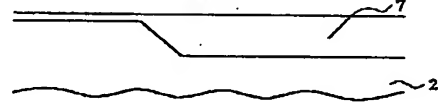
【図 12】

図 12



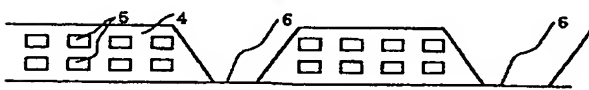
【図 16】

図 16



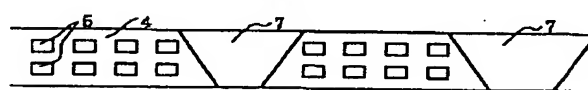
【図 13】

図 13



【図 14】

図 14



【図 15】

図 15



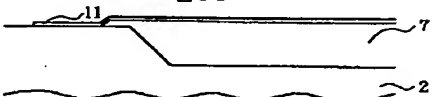
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



【図 20】

図 20



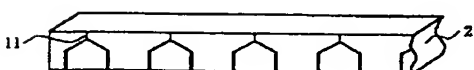
【図 23】

図 23



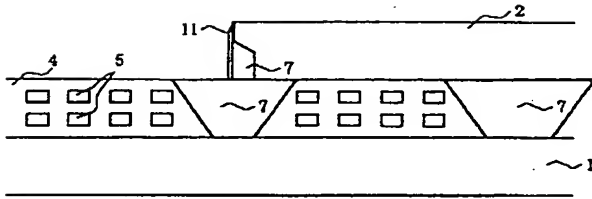
【図 19】

図 19



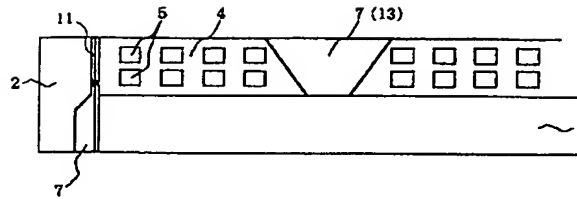
【図21】

図21



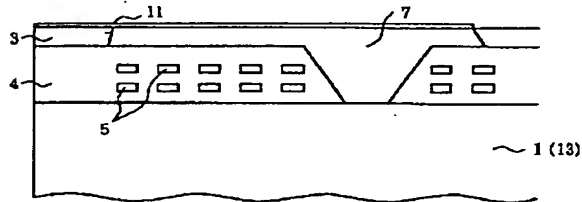
【図22】

図22



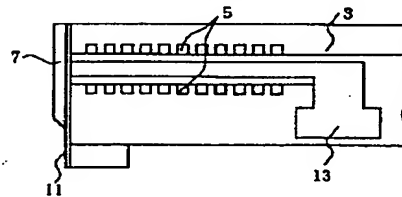
【図24】

図24



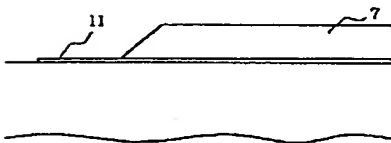
【図25】

図25



【図26】

図26



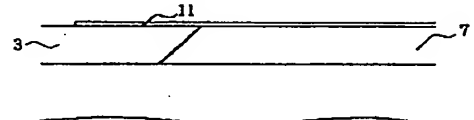
【図27】

図27



【図28】

図28



フロントページの続き

(72)発明者 柳原 仁
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所映像メディア研究所内

(72)発明者 長友 浩之
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所映像メディア研究所内

(72)発明者 土屋 敏雄
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所映像メディア研究所内

(72)発明者 阿部 光雄
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所映像メディア研究所内

(72)発明者 植村 典夫
東京都千代田区丸の内二丁目1番2号日立
金属株式会社内